

Показано создание сетчатых фрактальных узоров на основе многомерного подхода – развертывание замкнутой поверхности, рассекающей гиперфрактал. Показано необходимое и достаточное условие для того, чтобы развертка фрактала на сфере была сетчатым узором. Показано создание фрактальных сеток алгебраическим способом и примеры фрактальных сеток в дизайне. Поиск подходящих секущих поверхностей и подходящих итерационных формул для создания фрактальных сеток может стать темой студенческой научной работы, как показано в [3].

### Список литературы

1. **Бойков, А. А.** О создании фрактальных образов для дизайна и полиграфии и некоторых геометрических обобщениях, связанных с ними / А. А. Бойков, Е. В. Орлова, А. В. Чернова, А. А. Шкилевич // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации. Материалы VIII Международной научно-практической интернет-конференции, февраль – март 2019 г. – Пермь: ПНИПУ, 2019. – С. 325–339.
2. **Бойков, А. А.** Об одном способе создания бесшовных фрактальных паттернов для дизайна на основе многомерного подхода / А. А. Бойков, И. И. Гудаев // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сборник трудов Международной научно-практической конференции, 23 апреля 2021 года, Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2021. – С. 35–39.
3. **Бойков, А. А.** О студенческой научно-исследовательской работе на геометрографических кафедрах / А. А. Бойков, А. В. Ефремов, В. В. Рустамян // Геометрия и графика. – 2023. – Том 11. Выпуск 4. – С. 61–75. – DOI: 10.12737/2308-4898-2024-11-4-61-75
4. **Вейль, Г.** Симметрия / Г. Вейль. – М.: Наука, 1968. – 192 с.
5. **Шубников, А. В.** Симметрия в науке и искусстве / А. В. Шубников, В. А. Копчик. – М.-Ижевск: ИКИ, 2004. – 560 с.
6. **Бойков, А. А.** Геометрические модели и алгоритмы построения сферических сечений гиперфрактала / А. А. Бойков, И. И. Гудаев // Журнал естественнонаучных исследований. – 2020. – Т. 5, №4. – С. 16–25.

УДК 004.93

## ПРИМЕНЕНИЕ 3D СКАНИРОВАНИЯ В РЕВЕРСИВНОМ ИНЖИНИРИНГЕ

**Д. А. Боровков**, студент,  
**М. А. Прец**, ст. преподаватель

*Казанский государственный энергетический университет,  
г. Казань, Российская Федерация*

Ключевые слова: 3D-сканер, объект, сканирование, лазерные лучи, координаты, данные.

Аннотация. В статье представлена информация о 3D-сканерах, их категориях, среди которых выделены контактные и бесконтактные 3D-сканеры, а также о применении этих технологий в различных сферах.

3D-сканеры – это инновационное технологическое решение, которое позволяет создавать точные трехмерные модели объектов. С их помощью можно сканировать

разнообразные предметы и получать высококачественные цифровые копии в реальном времени. С возрастанием интереса к производственным процессам, дизайну и архитектуре 3D-сканеры становятся все более востребованным инструментом как для профессионалов, так и для любителей. В данной статье мы рассмотрим разнообразные типы 3D-сканеров и их применение в различных отраслях.

В настоящее время 3D-сканеры подразделяются на два типа по методу сканирования: контактный (данный метод основан на непосредственном контакте сканера с объектом) и бесконтактный (этот метод позволяет сканеру не взаимодействовать с объектом).

С помощью 3D-сканера контактного типа измерение выполняется путем взаимодействия зонда или датчика с объектом для получения трехмерных координат, которые потом преобразуются в трехмерные данные. Хотя это и более старый метод, но он дает точные результаты, поскольку получение координат осуществляется путем прямого контакта с объектом. Кроме того, поскольку многие цели можно измерить только контактным путем, этот тип сканера используется для самых разных объектов. Хотя 3D-сканеры контактного типа обеспечивают превосходную точность измерений, которые необходимо выполнять при постоянной температуре, сканирование может занять много времени, поэтому измерение и полное сканирование сложных объектов может быть затруднено или невозможно [1].

Бесконтактные 3D-сканеры сканируют объекты с помощью лазера или другого источника света, а результаты измерений преобразуются в 3D-данные. Сканеры, в которых используются лазерные лучи, сканируют цель лазерным лучом, а отраженный свет лазера затем обнаруживается КМОП-датчиком или другим устройством. Координаты получаются путем измерения разницы во времени и различии в углах отражения света. С другой стороны, сканеры, использующие проецируемый видимый свет, освещают цель определенным заданным рисунком, а камера обнаруживает любое смещение или искажение линий, чтобы определить форму цели.

В бесконтактных 3D-сканерах координаты и формы рассчитываются на основе положения и угла проецируемого света от проектора и камеры, обнаруживающей свет, или на основе положения лазера и КПОМ-датчика, обнаруживающего отраженный свет. Это означает, что положение каждого компонента должно быть правильным, поэтому необходимо делать калибровку, если оборудование перемещается или подвергается внезапной тряске или тепловому удару [2].

В современном мире технологий 3D-сканеры становятся все более востребованным инструментом, находя применение в различных отраслях и сферах деятельности. С возрастающим интересом к инновационным технологиям и трехмерной визуализации, спрос на 3D-сканирование постоянно растет. Эта технология позволяет создавать точные трехмерные модели объектов, сохраняя их форму и детали в цифровом формате.

Рассмотрим разнообразные сферы применения 3D-сканеров и их важность для современного мира. Производители и специализированные мастерские, занимающиеся тюнингом и модификацией автомобилей и мотоциклов, применяют 3D-сканеры для повышения качества и ускорения процесса создания новых или измененных компонентов.

В сфере дизайна, моделирования и рекламы использование 3D-сканера открывает новые возможности для творчества, ведь появляется возможность в короткий срок получить 3D-модель сделанного руками дизайн-макета или другого рекламного продукта любой сложности.

Ручные 3D-сканеры могут использоваться для сканирования и оцифровки музейных экспонатов, исторических ценностей, произведений искусства и культурного наследия с целью сохранения информации об этих объектах для будущих поколений. Этот процесс также применим к памятникам старины, макетам, деталям зданий, которые требуют реставрации.

3D-сканеры также широко применяются в различных областях промышленности: контроль качества, реверс-инжиниринг, проектирование. Многие предприятия настолько плотно внедрили технологию в производство, что не видят ей альтернативы. 3D-сканер позволяет производить весь цикл анализа деталей: диаметры, расстояния между отверстиями, скругления; углы; контроль припусков у заготовок, литых изделий; определение сдвига половинок формы и многое другое [3].

В лаборатории на кафедре инженерной графики КГЭУ 3D-сканирование используется в процессе реверсивного инжиниринга для создания точной цифровой копии предмета. Сканирование производится устройством «Shining 3D», при этом деталь должна быть максимально светлого оттенка для более точного определения координат точек в пространстве, т.к. белый цвет лучше отражает лазерные лучи. 3D-сканер создает файл формата STL, содержащий в себе 3D-модель в виде облака точек (рис. 1). Далее производится измерение полученной модели в специализированных программах, после чего строится 3D-модель в ПО КОМПАС-3D. В завершении создается точная физическая копия исходной детали аддитивным методом с помощью 3D-принтера.

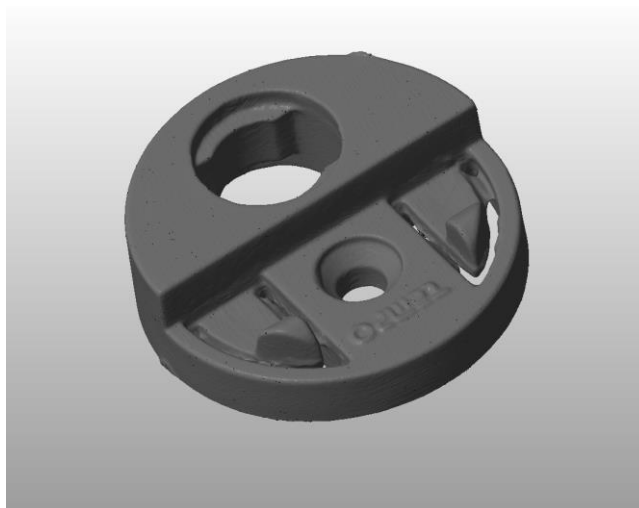


Рисунок 1 – Модель в формате stl

В завершении можно отметить, что 3D-сканеры играют важную роль в современных технологиях и находят применение в различных областях благодаря своей универсальности и способности адаптироваться под конкретные задачи пользователей.

## Список литературы

1. **Вольхин, К. А.** Цифровые технологии в инженерной графической подготовке студентов строительного вуза [Текст] / К. А. Вольхин // Инновационное развитие и реализация стратегии формирования цифровой экономики в России: сборник статей по материалам Всероссийской конференции / отв. за вып. В. А. Семинихина; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2019. – С. 53–59.

2. **Хамитова, Д. В.** Возможности использования цифровых технологий в преподавании графических дисциплин в геометро-графической подготовке студентов / Д. В. Хамитова, К. В. Николаев // Материалы 30-й Всероссийской научно-практической конференции по графическим информационным технологиям и системам, «КОГРАФ-2020», – Нижний Новгород: НГТУ, 2020 – С. 170–175.

3. **Лавриков В. А.** Современные технологии 3D моделирования: проблемы, решения и перспективы / В. А. Лавриков, В. В. Титенков, В. А. Рукавишников // Международная молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения – 2023 «Энергетика и цифровая трансформация»: электронный сборник статей по материалам конференции: [в 3 томах] / под общей редакцией ректора КГЭУ Э. Ю. Абдуллазянова. – Казань: КГЭУ, 2023. – Т. 2. – С. 313–316.

УДК 744.43

## КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕСТОВ НА ПЛАТФОРМЕ LMS MOODLE

**Ю.М. Булдакова**, старший преподаватель

*Поволжский государственный технологический университет,  
г. Йошкар-Ола, Российская Федерация*

Ключевые слова: задания в тестовой форме, система дистанционного обучения Moodle, ЕСКД, правила оформления чертежей, текущий контроль.

Аннотация. Рассмотрены возможности организации и проведения текущего контроля по дисциплине «Инженерная графика» с использованием тестовой системы LMS Moodle.

На первых занятиях по дисциплине «Инженерная графика» обучающиеся знакомятся с техникой выполнения чертежей и правилами их оформления на примере детали с сопряжениями [1]. С целью закрепления и переработки пройденного материала по данной теме в устойчивые знания и навыки обучающимся предлагается пройти тест на платформе Moodle. Тестовая система Moodle поддерживает создание различных типов вопросов: «Множественный выбор», «На соответствие», «Вычисляемый» и т.д., что дает возможность сделать тест более разнообразным.

Пример типа вопроса «Множественный выбор» представлен на рисунке 1. При создании данного вида вопроса с возможностью выбора нескольких ответов необходимо обратить внимание на то, что для неправильных ответов надо устанавливать отрицательные оценки, чтобы в случае выбора обучающимся всех вариантов ответа результирующая оценка за вопрос была не максимальной, а нулевой.